

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Amane OISHI

GAU:

SERIAL NO: New Application

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: MOS SEMICONDUCTOR DEVICE

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.

☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e): Application No. Date Filed

☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

COUNTRY

APPLICATION NUMBER

MONTH/DAY/YEAR

Japan

2003-154246

May 30, 2003

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

☒ are submitted herewith

☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

☐ were filed in prior application Serial No. filed

☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number

Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and

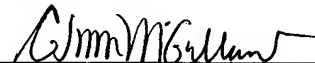
☐ (B) Application Serial No.(s)

☐ are submitted herewith

☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 05/03)

C. Irvin McClelland
Registration Number 21,124

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2003年 5月30日

出 願 番 号

Application Number:

特願2003-154246

[ST.10/C]:

[JP2003-154246]

出 願 人

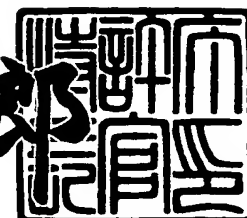
Applicant(s):

株式会社東芝

2003年 6月16日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3046876

【書類名】 特許願

【整理番号】 A000300799

【提出日】 平成15年 5月30日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 29/80

【発明の名称】 半導体装置

【請求項の数】 14

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横浜事業所内

 【氏名】 大石 周

【特許出願人】

 【識別番号】 000003078

 【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

 【識別番号】 100058479

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 鈴江 武彦

 【電話番号】 03-3502-3181

【選任した代理人】

 【識別番号】 100091351

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 河野 哲

【選任した代理人】

 【識別番号】 100088683

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 中村 誠

【選任した代理人】

 【識別番号】 100108855

【弁理士】

【氏名又は名称】 蔵田 昌俊

【選任した代理人】

【識別番号】 100084618

【弁理士】

【氏名又は名称】 村松 貞男

【選任した代理人】

【識別番号】 100092196

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋本 良郎

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体基板上で素子分離領域により分離された MOSFET のアクティブ領域と、

前記アクティブ領域上を通過するように設けられた 1 本のゲート電極と、

前記ゲート電極の両側で前記アクティブ領域の表面にコンタクトするように形成されたソースコンタクトおよびドレインコンタクトとを具備し、

前記ゲート電極は、前記ソースコンタクトおよび／またはドレインコンタクトの位置からゲート電極に沿って離れるにつれてゲート長が細くなるように段階的もしくは連続的に形成されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項 2】 前記ゲート電極は前記アクティブ領域内に 1 つだけあり、かつ、前記ソースコンタクトおよびドレインコンタクトは前記ゲート電極の両側で前記アクティブ領域の対角位置に配置されていることを特徴とする請求項 1 記載の半導体装置。

【請求項 3】 前記 MOSFET は、CMOS インバータを構成する PMOSFET、NMOSFET のうちの一方の MOSFET であることを特徴とする請求項 2 記載半導体装置。

【請求項 4】 前記ゲート電極は前記アクティブ領域内に 1 つだけあり、かつ、前記ソースコンタクトおよびドレインコンタクトはチャネル幅方向に対して同じ一端側に配置されていることを特徴とする請求項 1 記載の半導体装置。

【請求項 5】 前記ゲート電極の平面パターンは、ゲート長が左右対称の形状で変化していることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 6】 前記ゲート電極の平面パターンは、ゲート長が左右非対称の形状で変化していることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 7】 前記ゲート電極の両側の前記アクティブ領域の表面は、シリサイド層が形成されており、前記ソースコンタクトおよびドレインコンタクトは前記シリサイド層にコンタクトしていることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のい

れか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 8】 半導体基板上で素子分離領域により分離され、複数の MOSFET が直列接続された状態で並べられたアクティブ領域と、

前記アクティブ領域上を通過するように並設された複数本のゲート電極と、

前記複数本のゲート電極の両側に配置されて前記アクティブ領域の表面にコンタクトするように形成されたソースコンタクトおよびドレインコンタクトとを具備し、

前記ソースコンタクトまたはドレインコンタクトに最も近接したゲート電極は、前記ソースコンタクトまたはドレインコンタクトの位置からゲート電極に沿って離れるにつれてゲート長が細くなるように段階的もしくは連続的に形成されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項 9】 前記複数本のゲート電極のうちの中間のゲート電極に対応する中間の MOSFET のソース領域またはドレイン領域にコンタクトするように形成された中間のソースコンタクトおよびドレインコンタクトをさらに具備し、

前記中間のソースコンタクトまたはドレインコンタクトに最も近接したゲート電極は、前記中間のソースコンタクトまたはドレインコンタクトの位置からゲート電極に沿って離れるにつれてゲート長が細くなるように段階的もしくは連続的に形成されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項 10】 前記複数の MOSFET は、NAND 型フラッシュメモリにおける NAND 型メモリユニットを構成することを特徴とする請求項 8 または 9 記載半導体装置。

【請求項 11】 前記複数本のゲート電極の両側に配置された前記ソースコンタクトおよびドレインコンタクトは、前記アクティブ領域の対角位置に配置されている配置されていることを特徴とする請求項 8 記載の半導体装置。

【請求項 12】 前記複数本のゲート電極の両側に配置された前記ソースコンタクトおよびドレインコンタクトは、チャネル幅方向に対して同一一端側に配置されていることを特徴とする請求項 8 記載の半導体装置。

【請求項 13】 前記ゲート電極の平面パターンは、ゲート長が左右対称の形状で変化していることを特徴とする請求項 8 乃至 12 のいずれか 1 項に記載の

半導体装置。

【請求項 1 4】 前記ゲート電極の平面パターンは、ゲート長が左右非対称の形状で変化していることを特徴とする請求項 8 乃至 1 2 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体装置に係り、特に絶縁ゲート型電界効果トランジスタ(MOSFET)のゲート電極の構造に関するもので、例えば相補性の半導体集積回路(CMOSLSI)に使用される。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

CMOSLSI の素子が微細化されるにつれて、MOSFETの形成領域であるアクティブ領域(AA)が微細化され、アクティブ領域による寄生抵抗の影響が無視できなくなっている。これについて以下に説明する。

【0 0 0 3】

図 1 2 は、LSI に形成されたCMOSインバータの平面パターンの従来例を示している。

【0 0 0 4】

図 1 2 において、120 は半導体基板上に形成された例えばシャロウトレンチ型の素子分離(STI)領域、121 はSTI 領域により囲まれたPMOSFET のアクティブ領域、122 はSTI 領域により囲まれたNMOSFET のアクティブ領域、123 はアクティブ領域のチャネル領域上にゲート絶縁膜を介して形成されたゲート電極であり、アクティブ領域の中央部上を通過している。アクティブ領域121,122 のドレイン・ソース領域用の拡散層の表面およびゲート電極の表面は、メタルシリサイドが形成される場合が多い。

【0 0 0 5】

各アクティブ領域121,122 において、1 本の対角線上でゲート電極123 の両側のメタルシリサイド上のコーナー近傍にはドレインコンタクト領域・ソースコン

タクト領域用のコンタクト（コーナーコンタクト）124 が形成されている。

【0006】

図13は、図12に示したCMOSインバータを構成するMOSFETの構造の一例を示す断面図である。

【0007】

図13中、130は半導体基板、131はソース・ドレイン領域、132はエクステンション領域、133はチャネル領域、134はゲート絶縁膜、135はゲート電極、136はゲート側壁絶縁膜、137はドレインコンタクト（プラグ）、138はソースコンタクトである。

【0008】

上記各領域およびドレインコンタクト領域、ソースコンタクト領域、ソース・ドレイン領域と半導体基板との接合領域にはそれぞれ寄生抵抗が存在する。

【0009】

図14は、図12に示したCMOSインバータのうちの一方のMOSFETを取り出してソース・ドレイン領域131を流れる電流経路の一部を示している。

【0010】

CMOSFETが微細化されるにつれて、図14中に示すように、STIとゲート電極123との間の距離Aも微細化される。特にコーナーコンタクト124a,124bを有するMOSFETの場合には、距離Aの微細化は、ドレイン領域上のシリサイドのゲート電極方向の抵抗R1およびソース領域上のシリサイドのゲート電極方向の抵抗を上昇させるので、大きな寄生抵抗が付加されることになる。この寄生抵抗によるMOSFETの駆動力の劣化のメカニズムは、以下に述べるような2つに分類される。

【0011】

(1) MOSFETのドレイン電位がMOSFETの動作電源電圧Vddよりも下がることにより、そのソース、ドレイン間に実効的に印加される電圧がドレインコンタクト124aから離れた場所ほど低下する。このため、ゲート電極123の長さ方向に沿う方向の位置xがドレインコンタクト124aから離れるほどゲート電極123に垂直方向の断面部分の実効的ドレイン電圧が低下する効果に加えてそれによりDIBL(Drain Induced Barrier Lowering)が過度に小さくなるので、駆動力が劣化する。

【 0 0 1 2 】

(2) MOSFETのソース電位が0Vよりも上がることにより、そのソース、ドレイン間に実効的に印加される電圧がソースコンタクト124bから離れた場所ほど低下する。このため、ゲート電極123の長さ方向における位置xがソースコンタクト124bから離れるほどゲート電極123に垂直方向の断面部分の実効的ドレイン電圧が低下する効果に加えて、DIBLが過度に小さくなるので、駆動力が低下する。この場合、ソースコンタクト124bから離れるにつれてウェル領域(Well)の電位がソース電位よりも相対的に低下するので、ソースコンタクト124bから離れるにつれて基板バイアス効果による駆動力の劣化も付加され、前記(1)の場合よりも劣化量が大きくなる。この様子を図15に示している。

【 0 0 1 3 】

図15は、図14に示したMOSFETがソースコンタクト124bの位置を基準とするゲート電極123の長さ方向における位置xまでの距離に応じて駆動力が劣化する様子を示している。ここでは、ドレイン・ソース拡散層上にシリサイド(Silicide)抵抗が有る場合と無い場合を対比して示している。

【 0 0 1 4 】

なお、特許文献1には、MOS型トランジスタにおいて、ゲートの少なくともドレインに対向する部分の端部を曲面または傾斜とした構成が開示されているが、ゲート長とコンタクト位置との関係は規定されていない。

【 0 0 1 5 】

【特許文献1】

特開平7-131013号公報

【 0 0 1 6 】

【発明が解決しようとする課題】

上記したように従来の半導体装置は、MOSFET素子の微細化に伴い、アクティブ領域のドレイン・ソース拡散層上のシリサイドの抵抗の影響が大きくなり、寄生抵抗の増大に起因するMOSFETの駆動力の劣化に伴う回路動作スピードの劣化が問題となりつつある。特にコーナーコンタクトを用いる場合は、寄生抵抗に占めるシリサイド抵抗の割合が大きくなるので、その影響は深刻になるという問題があ

った。上記したようなMOSFETの微細化に伴う寄生抵抗の増大の現象は不可避であり、今後の微細化による回路の動作スピードの利点を見出すことが難しくなることは必至である。

【0017】

本発明は上記の問題点を解決すべくなされたもので、MOSFETのアクティブ領域のドレイン・ソース拡散層の寄生抵抗に起因するMOSFETの駆動力の劣化を改善し得る半導体装置を提供することを目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】

本発明の半導体装置の第1の態様は、半導体基板上で素子分離領域により分離されたMOSFETのアクティブ領域と、前記アクティブ領域上を通過するように設けられた1本のゲート電極と、前記ゲート電極の両側で前記アクティブ領域の表面にコンタクトするように形成されたソースコンタクトおよびドレインコンタクトとを具備し、前記ゲート電極は、前記ソースコンタクトおよび／またはドレインコンタクトの位置からゲート電極に沿って離れるにつれてゲート長が細くなるように段階的もしくは連続的に形成されていることを特徴とする。

【0019】

本発明の半導体装置の第2の態様は、半導体基板上で素子分離領域により分離され、複数のMOSFETが直列接続された状態で並べられたアクティブ領域と、前記アクティブ領域上を通過するように並設された複数本のゲート電極と、前記複数本のゲート電極の両側に配置されて前記アクティブ領域の表面にコンタクトするように形成されたソースコンタクトおよびドレインコンタクトとを具備し、前記ソースコンタクトまたはドレインコンタクトに最も近接したゲート電極は、前記ソースコンタクトまたはドレインコンタクトの位置からゲート電極に沿って離れるにつれてゲート長が細くなるように段階的もしくは連続的に形成されていることを特徴とする。

【0020】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。

【 0 0 2 1 】

＜第 1 の実施形態＞

図 1 は、本発明の半導体装置の第 1 の実施形態に係る CMOS インバータを構成する PMOSFET, NMOSFET のうちの一方向の MOSFET に着目して平面パターンの一例を示している。

【 0 0 2 2 】

図 1 において、1 は半導体基板上で素子分離領域により分離された MOSFET のアクティブ領域、2 はアクティブ領域上を通過するように形成されたゲート電極、3 および 4 はゲート電極の両側でアクティブ領域 1 の表面にコンタクトするように形成されたソースコンタクトおよびドレインコンタクトである。

【 0 0 2 3 】

上記したように 1 つのアクティブ領域 1 内にゲート電極 2 が 1 つしかなく、かつ、ソースコンタクト 3 とドレインコンタクト 4 がアクティブ領域 1 の対角位置に 1 個ずつ配置される場合、ゲート電極 2 の平面パターンは、ソースコンタクト 3 の位置からゲート電極 2 の長さ方向（MOSFET のチャネル幅方向）に沿って離れるにつれてゲート長（ゲート電極 2 の幅、MOSFET のチャネル長）が細くなるように形成されている。本例では、ゲート電極 2 の平面パターンは、左右対称の形状で複数段階（例えば 3 段階）に変化している。

【 0 0 2 4 】

このような構成により、例えば CMOS インバータのようにアクティブ領域内にゲート電極が 1 つだけある MOSFET において、ゲート電極 2 に垂直方向の断面における MOSFET 動作に対して DIBL を調節し、ゲートの方向に対してどの位置でも DIBL が同程度となるようにすることができる。つまり、ドレインコンタクト 4 の近傍でのゲート電極 2 に垂直方向（図 1 中 Y）の断面における MOSFET 動作を、ソースコンタクト 3 の近傍でのゲート電極 2 に垂直方向（図 1 中 X）の断面における MOSFET 動作と同程度以上の DIBL となるように調整することができる。

【 0 0 2 5 】

したがって、ゲート電極 2 に沿う任意の位置 x でゲート電極 2 の垂直方向の断面における MOSFET 動作に対して DIBL を調節することができ、MOSFET の駆動力の劣

化を抑制することができ、微細化に伴って増大するアクティブ領域1 のシリサイド抵抗による駆動力の損失の一部を補償することができる。

【0026】

なお、図1に示したゲート電極2 の平面パターンは、前記したような3段階に限らず、図2に示すように4段階以上に変化してもよく、あるいは、2段階に変化してもよく、あるいは、図2中に点線で示すように次第に細くなるように連続的に変化してもよく、それぞれ前記したような効果が得られる。また、ゲート電極2 の平面パターンは、前記したようなゲート長が左右対称に限らず、例えば図3に示すようにゲート長が左右非対称の形状で複数段階に変化していても前記したような効果が得られる。

【0027】

<第2の実施形態>

前記第1の実施形態では、ゲート電極2 の位置がソースコンタクト3 の位置から離れるにつれてゲート長が細くなるように形成されているが、回路動作上、ドレイン側の抵抗の影響を低減することが望まれる場合は、図1におけるソースコンタクト3 、ドレインコンタクト4 の位置関係を逆にしてもよい。

【0028】

即ち、図1に示したように、1つのアクティブ領域1 内にゲート電極2 が1つしかなく、かつ、ソースコンタクト3 とドレインコンタクト4 が対角位置に配置される場合、ゲート電極2 の位置がドレインコンタクト4 の位置から離れるにつれてゲート長が細くなるように、例えば左右対称の形状で複数段階に変化するように形成してもよい。

【0029】

このような構成により、例えばCMOSインバータのようにアクティブ領域内にゲート電極が1つだけあるMOSFETにおいて、ドレイン側の寄生抵抗の増大を抑制したい場合に、ゲート電極に垂直方向の断面におけるMOSFET動作に対してDIBLを調節し、ゲートの方向に対してどの位置でもDIBLが同程度となるようにすることができる。つまり、ゲート電極に沿う任意の位置でゲート電極の垂直方向の断面におけるMOSFET動作に対してDIBLを調節することができ、MOSFETの駆動力の劣化を

抑制することができ、微細化に伴って増大するアクティブ領域のシリサイド抵抗による駆動力の損失の一部を補償することができる。

【0030】

なお、図3に示したMOSFETにおいても、前述した第1の実施形態の変形例と同様に、ゲート電極は任意の複数段階あるいは連続的に形成されてもよく、左右対称、左右非対称のいずれであってもよく、それぞれ前記したような効果が得られる。

【0031】

<第3の実施形態>

図4は、本発明の半導体装置の第3の実施形態に係るCMOSインバータを構成するPMOSFET, NMOSFETのうちの一方のMOSFETに着目して平面パターンの一例を示している。

【0032】

図4中、1はSTI領域に囲まれたアクティブ領域、2はアクティブ領域上のゲート電極、3はソースコンタクト、4はドレインコンタクトである。

【0033】

このMOSFETは、1つのアクティブ領域1内にゲート電極2が1つしかなく、かつ、ソースコンタクト3とドレインコンタクト4がゲート電極2の長さ方向（MOSFETのチャネル幅方向）において同じ一端側に配置される場合に、ゲート電極2がソースコンタクト位置およびドレインコンタクト位置から離れるにつれてゲート長が細くなるように、例えば左右対称の形状で3段階で形成されている。

【0034】

このような構成により、例えばCMOSインバータのようにアクティブ領域内にゲート電極が1つだけあるMOSFETにおいて、ソースコンタクト3とドレインコンタクト4がチャネル幅方向においてアクティブ領域1内の同じ一端側に配置される場合、ゲート電極3に垂直方向の断面におけるMOSFET動作に対してDIBLを調節し、ゲートの方向に対してどの位置でもDIBLが同程度となるようにすることができる。つまり、ゲート電極2に沿う任意の位置でゲート電極2の垂直方向の断面におけるMOSFET動作に対してDIBLを調節することができ、MOSFETの駆動力の劣化を

抑制することができる。したがって、微細化に伴って増大するアクティブ領域1のシリサイド抵抗による駆動力の損失の一部を補償することができる。

【0035】

なお、ソースコンタクト3とドレインコンタクト4がゲート電極2の左右の対称的な位置に配置される場合、例えばソースコンタクト3とドレインコンタクト4がゲート電極2の長さ方向においてアクティブ領域1内の中央部に配置される場合でも、上記した第2の実施形態に準じて実施し、同様の効果を得ることができる。

【0036】

また、図4に示したMOSFETにおいても、前述した第1の実施形態の変形例と同様に、ゲート電極は任意の複数段階あるいは連続的に形成されてもよく、左右対称、左右非対称のいずれであってもよく、それぞれ前記したような効果が得られる。

【0037】

＜第4の実施形態＞

図5は、本発明の半導体装置の第4の実施形態に係る複数のMOSFETが直列接続された状態で並べられた（縦積みされた）MOSFET回路領域であって、ソースコンタクト3とドレインコンタクト4が対角位置に1個ずつ配置され、かつ、中間のMOSFETのソース領域またはドレイン領域からの引出し配線がない場合について平面パターンの一例を示している。

【0038】

図5中、1はSTI領域に囲まれたアクティブ領域、2はアクティブ領域上のゲート電極、3はソースコンタクト、4はドレインコンタクトである。

【0039】

このMOSFET回路領域のMOSFET群は、複数のゲート電極2のうちでソースコンタクト3に最も近接したゲート電極2は、ソースコンタクト3から遠去かるにつれてゲート長が短くなるように形成されており、また、ドレインコンタクト4に最も近接したゲート電極2は、ドレインコンタクト4から遠去かるにつれてゲート長が短くなるように形成されている。

【 0 0 4 0 】

このような構成により、例えばNAND型フラッシュメモリにおけるNAND型メモリユニットのように複数のMOSFETが直列接続されている場合に、ゲート電極2 の長さ方向に沿う任意の位置でゲート電極2 の垂直方向の断面におけるMOSFET動作に対してDIBLを調節することができる。

【 0 0 4 1 】

つまり、ソースコンタクト3 に最も近接したゲート電極2 は、ソースコンタクト3 から遠い位置での垂直方向の断面におけるMOSFET動作が、ソースコンタクト3 の近傍位置での垂直方向の断面における動作と同程度のDIBLとなるように調整することができる。上記と同様に、ドレインコンタクト4 に最も近接したゲート電極2 は、ドレインコンタクト4 から遠い位置での垂直方向の断面におけるMOSFET動作が、ドレインコンタクト4 の近傍位置での垂直方向の断面における動作と同程度のDIBLとなるように調整することができる。

【 0 0 4 2 】

したがって、MOSFETの駆動力の劣化を抑制することができ、微細化に伴って増大するアクティブ領域1 のシリサイド抵抗による駆動力損失の一部を補償することができる。

【 0 0 4 3 】

＜第4の実施形態の変形例＞

図6は、本発明の半導体装置の変形例に係る複数のMOSFETが直列接続されたMOSFET回路領域であって、ソースコンタクト3 とドレインコンタクト4 がチャネル幅方向の同じ一端側に1個ずつ配置され、かつ、中間のMOSFETのソース領域またはドレイン領域からの引出し配線がない場合について、平面パターンの一例を示している。

【 0 0 4 4 】

図6中、1はSTI領域に囲まれたアクティブ領域、2はアクティブ領域上のゲート電極、3はソースコンタクト、4はドレインコンタクトである。

【 0 0 4 5 】

このMOSFET回路領域のMOSFET群は、複数のゲート電極2 のうちでソースコンタ

クトまたはドレインコンタクトに最も近接したゲート電極は、ソースコンタクトまたはドレインコンタクトから遠い位置での垂直方向の断面におけるMOSFET動作が、ソースコンタクトまたはドレインコンタクトの近傍位置での垂直方向の断面における動作と同程度のDIBLとなるように調整することができ、MOSFETの駆動力の劣化を抑制することができる。

【 0 0 4 6 】

なお、図5あるいは図6に示したMOSFET回路領域においても、前述した第1の実施形態の変形例と同様に、ゲート電極は任意の複数段階あるいは連続的に形成されてもよく、左右対称、左右非対称のいずれであってもよく、それぞれ前記したような効果が得られる。

【 0 0 4 7 】

＜第5の実施形態＞

図7は、本発明の半導体装置の第5の実施形態に係る複数のMOSFETが直列接続されたMOSFET回路領域において中間のMOSFETのソース領域またはドレイン領域からの引出し配線（コンタクト）がある場合の平面パターンの一例を示している。

【 0 0 4 8 】

図7中、1はSTI領域に囲まれたアクティブ領域、2はアクティブ領域上のゲート電極、3はソースコンタクト、4はドレインコンタクトである。

【 0 0 4 9 】

このMOSFET回路領域のMOSFET群は、ソースコンタクト3に最も近接したゲート電極2は、ソースコンタクト3から遠去かるにつれてゲート長が短くなるように形成されている。また、ドレインコンタクト4に最も近接したゲート電極2は、ドレインコンタクトから遠去かるにつれてゲート長が短くなるように形成されている。さらに、引出しコンタクト5に最も近接したゲート電極（本例では1本）2は、引出しコンタクト5から遠去かるにつれてゲート長が短くなるように形成されている。

【 0 0 5 0 】

このような構成により、例えばNAND型フラッシュメモリにおけるNAND型メモリユニットのように複数のMOSFETが直列接続され、かつ、中間のMOSFETのソース領

域またはドレイン領域からの引出しコンタクト5 がある場合に、ソースコンタクト3 またはドレインコンタクト4 または引出しコンタクト5 に最も近接したゲート電極2 は、ソースコンタクト3 またはドレインコンタクト4 または引出しコンタクトから遠い位置での垂直方向の断面におけるMOSFET動作が、ソースコンタクト3 またはドレインコンタクト4 または引出しコンタクト5 の近傍位置での垂直方向の断面における動作と同程度のDIBLとなるように調整することができ、MOSFETの駆動力の劣化を抑制することができる。

【0051】

また、このMOSFET回路領域においても、前述した第1の実施形態の変形例と同様に、ゲート電極は任意の複数段階あるいは連続的に形成されてもよく、左右対称、左右非対称のいずれであってもよく、それぞれ前記したような効果が得られる。

【0052】

次に、前記各実施形態において、コンタクト位置からのゲート電極までの距離に応じてゲート長を決める計算方法について説明する。ここでは、図1に示した第1の実施形態を例にとり、計算を簡単にするために、MOSFETの3極管領域の駆動力を改善する場合について示す。

【0053】

図8は、図1に示したMOSFETにおいてゲート電極の位置 x を流れる電流経路および寄生抵抗を説明するために示す平面図である。

【0054】

図8に示すように、アクティブ領域1 内においてMOSFETのゲート電極2 のチャネル幅方向における起点位置を0、終点位置を W 、ゲート電極上の位置 x からソースコンタクト3 までの寄生抵抗を R_S 、ゲート電極上の位置 x からドレインコンタクト4 までの寄生抵抗を R_D 、ゲート電極上の位置 x を流れる単位長さ当たりの電流を $I(x)$ で表わすと、MOSFETのオン電流 I_{on} とオフ電流 I_{off} は次式のように示される。

【0055】

【数 1】

$$I_{on} = \int_0^W dx I(x) \quad \text{-----}(1)$$

【0056】

【数 2】

$$I_{on}(x) = \mu_{eff} C_{ox} \frac{W}{L_{gate}(x)} (V_g - V_t(x)) V_{SD}(x) \quad \text{-----}(2)$$

【0057】

【数 3】

$$I_{off}(x) = \mu_{eff} \frac{W}{L_{gate}(x)} \sqrt{\frac{\epsilon_{Si} q N_a}{4 \psi_B}} \left(\frac{kT}{q} \right)^2 e^{-\frac{2.3V_t(x)}{S}} \left(1 - e^{-\frac{qV_{SD}(x)}{kT}} \right) \quad \text{---}(3)$$

【0058】

但し、 $L_{gate}(x)$ は、ゲート電極上の位置 x でのゲート長を表わす。

【0059】

ここで、ゲート電極に沿った全領域で I_{off} の電流密度が同じとなるためには、 $L_{gate}(x)$ は次式を満たす必要がある

【数 4】

$$L_{gate}(x) = \frac{e^{-\frac{2.3V_t(x)}{S}} \left(1 - e^{-\frac{qV_{SD}(x)}{kT}} \right)}{e^{-\frac{2.3V_t^0}{S}} \left(1 - e^{-\frac{qV_{SD}^0}{kT}} \right)} L_{gate}^0 \quad \text{-----}(4)$$

【0060】

但し、 V_t^0 、 V_{SD}^0 はある定数である。また、 $V_{SD}(x)$ はゲート電極上の位置 x でのソース・ドレイン電圧であり、次式で示される。

【0061】

【数 5】

$$V_{SD}(x) = \frac{V_{DD}}{1 + \frac{\mu_{eff} C_{ox} W (V_g - V_t(x))(R_D(x) + R_S(x))}{L_{gate}(x)}} \quad \text{-----}(5)$$

【0062】

但し、 $R_D(x)$ はゲート電極上の位置 x でのドレイン側寄生抵抗、 $R_S(x)$ はゲート電極上の位置 x でのソース側寄生抵抗である。

【0063】

与えられた V_t 、 $R_D(x)$ 、 $R_S(x)$ に対して前式(4)と(5)を同時に満足する $L_{gate}(x)$ を適用することによって、ゲート電極に沿った全ての位置 x において I_{off} の電流密度をある値以下にするために必要なゲート長のみを確保することができるので、結果としてMOSFETの駆動力を向上させることができる。

【0064】

実際の計算例として、 $\mu_{eff}=200\text{cm}^2/\text{Vs}$ 、 $W=0.7\mu\text{m}$ 、 $S=80\text{mV/dec.}$ 、 $V_{dd}=1.2\text{V}$ 、 $C_{ox}=2.03\text{e-}2\text{F/m}^2$ 、 $R_D = R_S = 20\ \Omega$ 、 $V_t(x)=0.3+5\text{e-}4\ x$ (x :ゲートに沿ったソースコンタクト3からの距離)の場合について示す。

【0065】

図9は、図1のMOSFETのゲート電極に沿ったソースコンタクトからの距離 x に応じてゲート長 L_{gate} を前式(4)と(5)が同時に成立するように決めた場合について、距離 x とゲート長 L_{gate} の関係(ゲート長分布)を示している。

【0066】

この図9は、MOSFETの駆動力を向上させるためには、ゲート電極2がソースコンタクト3から遠ざかるにつれてゲート長 L_{gate} を細くするべきであるということを示している。

【0067】

図10は、図9に示すように距離 x とゲート長 L_{gate} の関係を決めたMOSFETについて、距離 x と I_{on} の関係(駆動電流密度分布)を示す特性図である。なお、対比のために従来例のMOSFETにおける距離 x と I_{on} の関係も示している。

【 0 0 6 8 】

この図 1 0 は、本実施形態の MOSFET によれば、ソースコンタクト 3 から遠い領域での電流密度を増大させることができることを示している。

【 0 0 6 9 】

図 1 1 は、図 9 に示すように距離 x とゲート長 L_{gate} の関係を決めた MOSFET と従来例の MOSFET について、スタンバイ電流を一定に保った場合のオン電流 I_{on} の大きさを対比して示す特性図である。

【 0 0 7 0 】

この図 1 1 は、本実施形態の MOSFET によれば、従来例の MOSFET と比べて、スタンバイ電流を一定に保ちながらオン電流 I_{on} を大きくする (I_{on} / I_{off} を大きくする) ことができることを示している。

【 0 0 7 1 】

なお、前記計算は、解析を簡単にするために、式 (2) ~ (5) に示された関係が成立すると仮定したが、実情に合わせて式 (2) ~ (5) を定義することは可能である。また、図 1 0 に示したゲート長 L_{gate} の分布を、ゲート長に対する 2 段階あるいはそれ以上の段階の形状で近似することも可能である。

【 0 0 7 2 】

なお、上記各実施形態では、MOSFET のアクティブ領域のドレイン・ソース拡散層の表面にシリサイド層が形成されている場合を示したが、前記シリサイド層が形成されていない場合にも本発明を適用することによって前述したような効果が得られる。

【 0 0 7 3 】

【発明の効果】

上述したように本発明の半導体装置によれば、MOSFET のアクティブ領域のドレイン・ソース拡散層の寄生抵抗に起因する MOSFET の駆動力の劣化を改善することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の半導体装置の第 1 の実施形態に係る CMOS インバータを構成する MOSFET の平面パターンの一例を示す図。

【図 2】 図 1 の変形例 1 を示す平面図。

【図 3】 図 1 の変形例 2 を示す平面図。

【図 4】 第 2 の実施形態に係る CMOS インバータの一方の MOSFET の平面パターンの一例を示す図。

【図 5】 第 3 の実施形態に係る CMOS インバータの一方の MOSFET の平面パターンの一例を示す図。

【図 6】 第 4 の実施形態に係る複数の MOSFET が直列接続された状態で並べられた MOSFET 回路領域の平面パターンの一例を示す図。

【図 7】 第 5 の実施形態に係る複数の MOSFET が直列接続された状態で並べられた MOSFET 回路領域の平面パターンの他の例を示す図。

【図 8】 図 1 に示した MOSFET においてゲート電極を流れる電流経路および寄生抵抗を説明するために示す平面図。

【図 9】 図 1 の MOSFET においてゲート電極に沿ったソースコンタクトからの距離とゲート長の関係を示す図。

【図 1 0】 図 9 に示すように距離とゲート長を決めた MOSFET における距離とオン電流の関係を示す特性図。

【図 1 1】 図 9 に示すように距離とゲート長を決めた MOSFET と従来例の MOSFET について、スタンバイ電流を一定に保った場合のオン電流の大きさを対比して示す特性図。

【図 1 2】 LSI に形成された CMOS インバータの平面パターンの従来例を示す図。

【図 1 3】 図 1 2 に示した CMOS インバータを構成する一方の MOSFET に着目して MOSFET の構造の一例を示す断面図。

【図 1 4】 図 1 2 に示した CMOS インバータのうちの一方の MOSFET を取り出してゲート電極の特定の位置を流れる電流経路を説明するために示す平面図。

【図 1 5】 図 1 4 に示した MOSFET がソースコンタクトの位置を基準とするゲート電極の長さ方向における位置までの距離に応じて駆動力が劣化する様子を示す特性図。

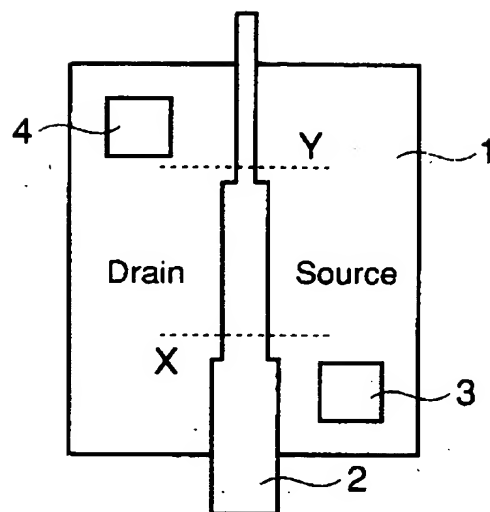
【符号の説明】

1 …MOSFETのアクティブ領域、2 …ゲート電極、3 …ソースコンタクト、4 …ド
レインコンタクト。

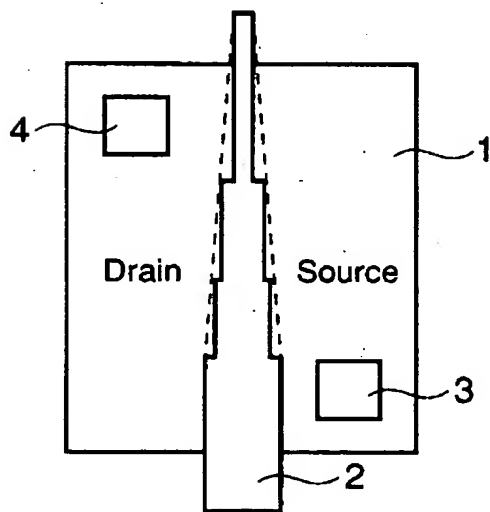
【書類名】

図面

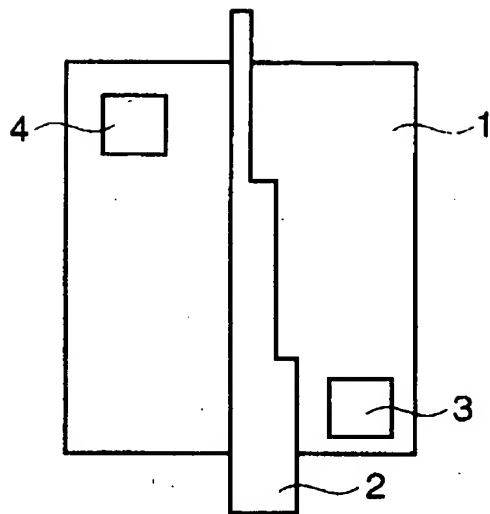
【図 1】



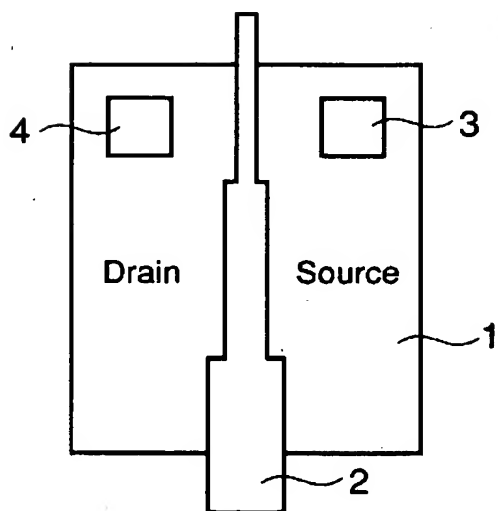
【図 2】



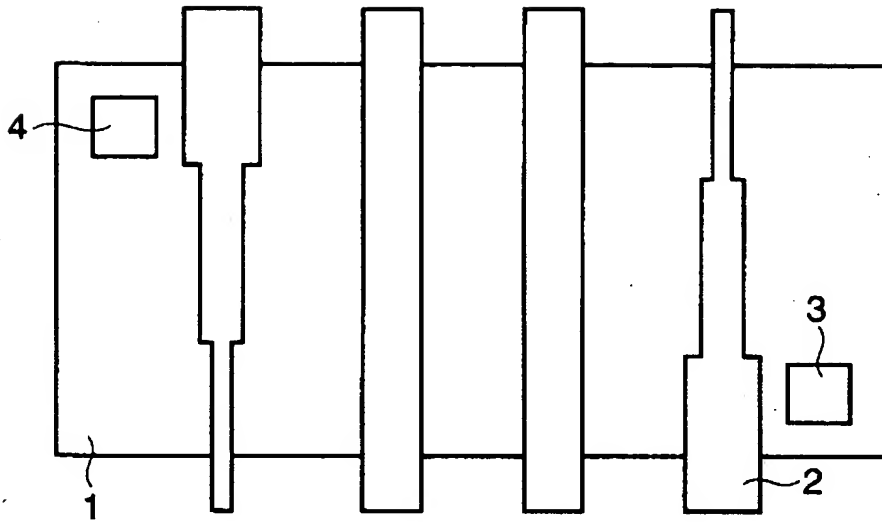
【図 3】



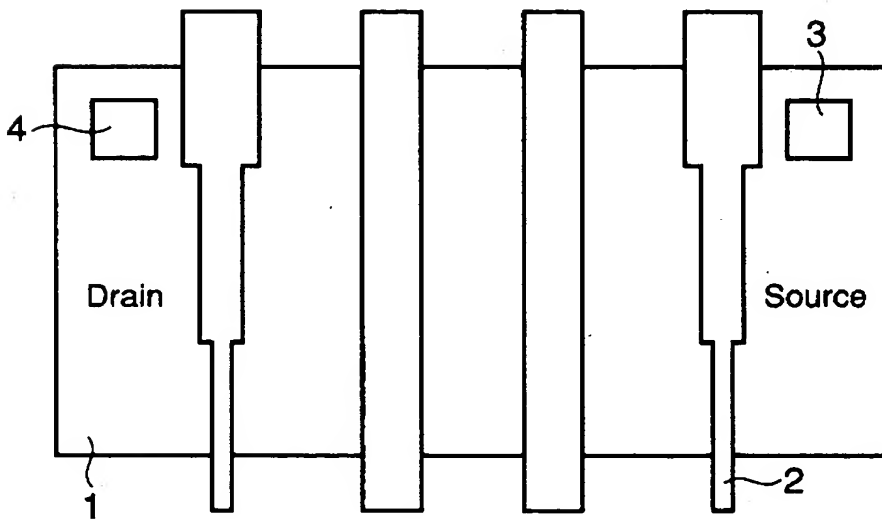
【図 4】



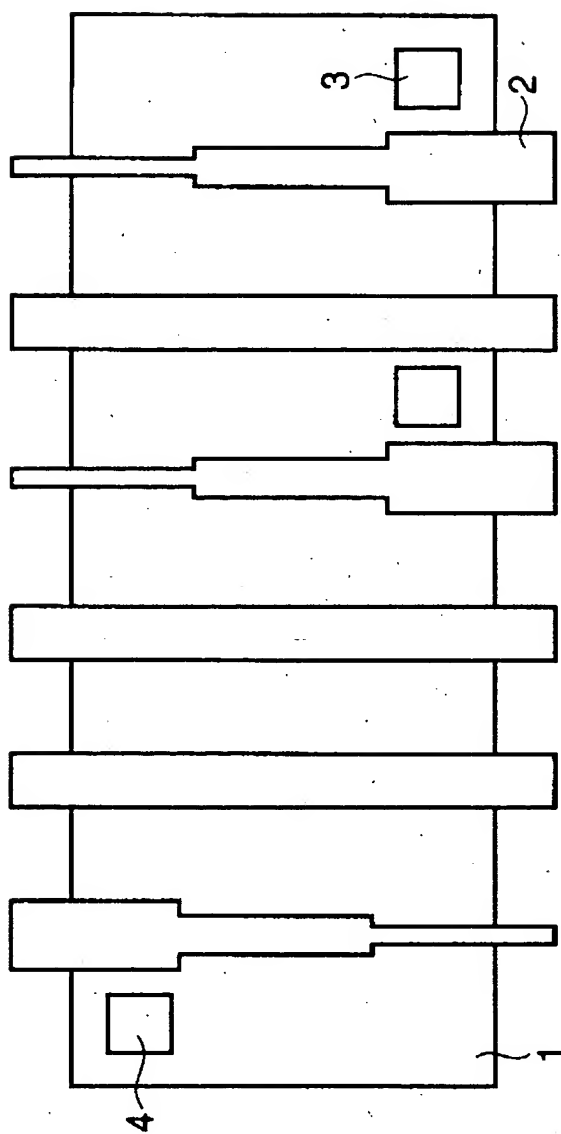
【図 5】



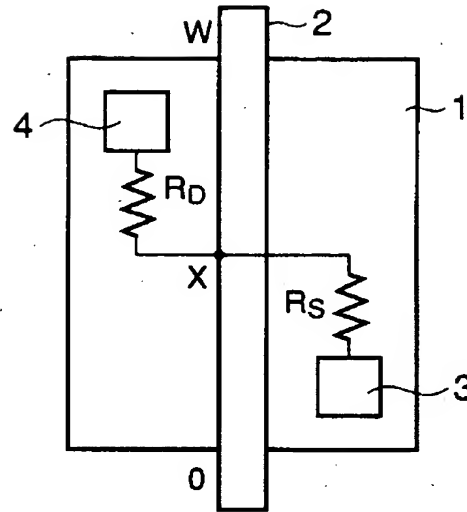
【図 6】



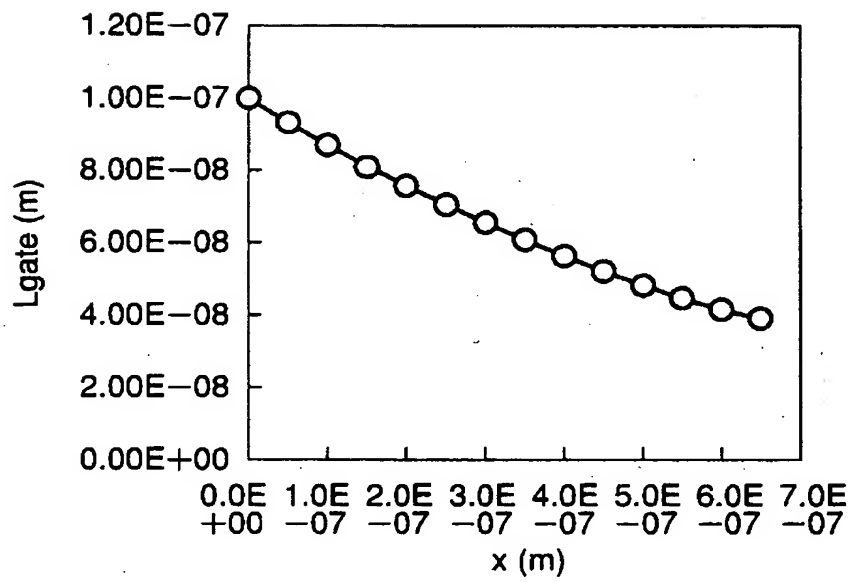
【図 7】



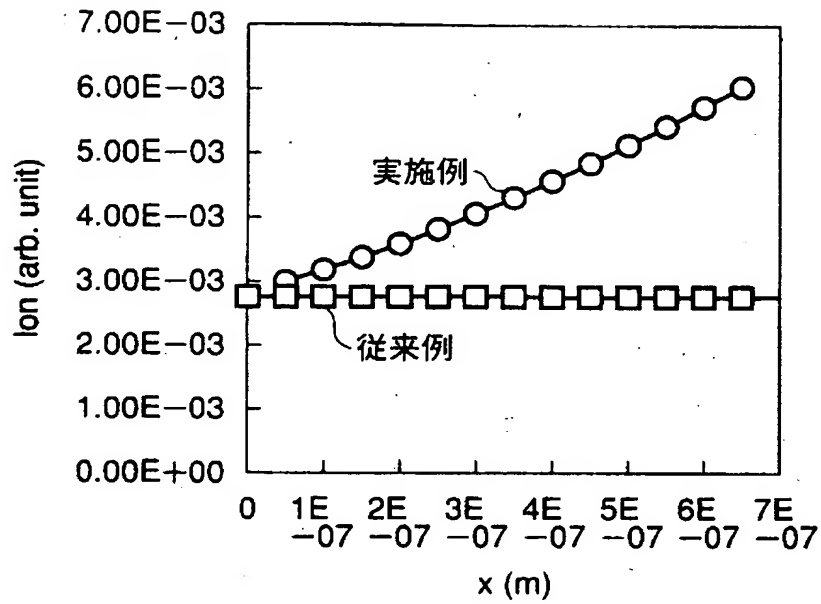
【図 8】



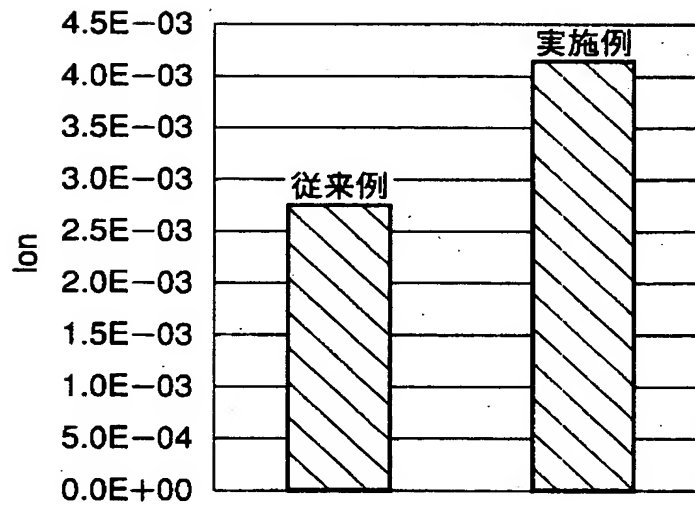
【図 9】



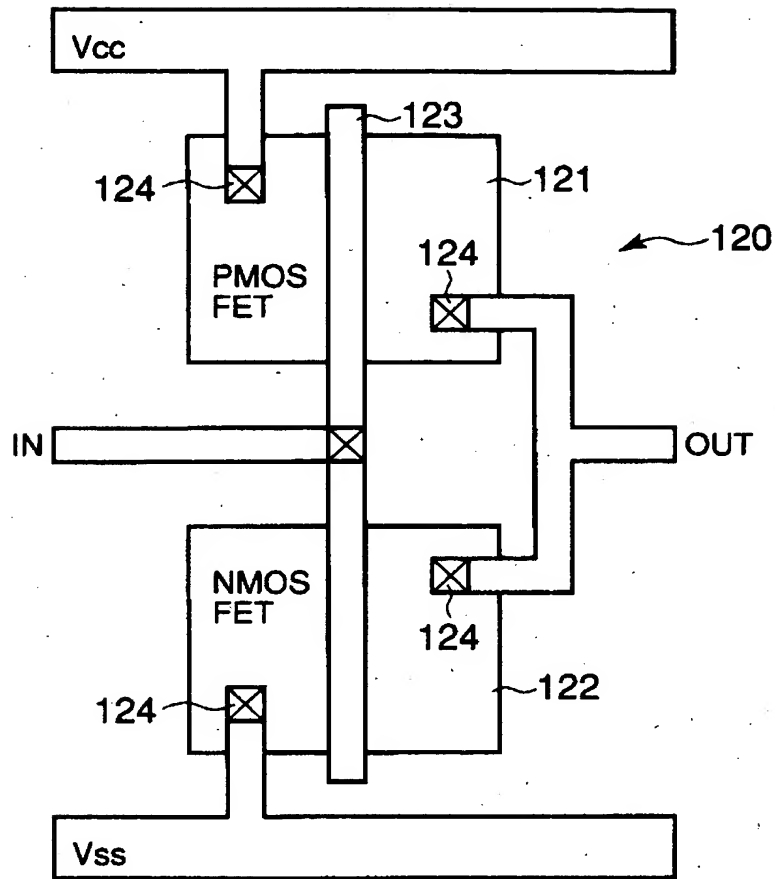
【図 1 0】



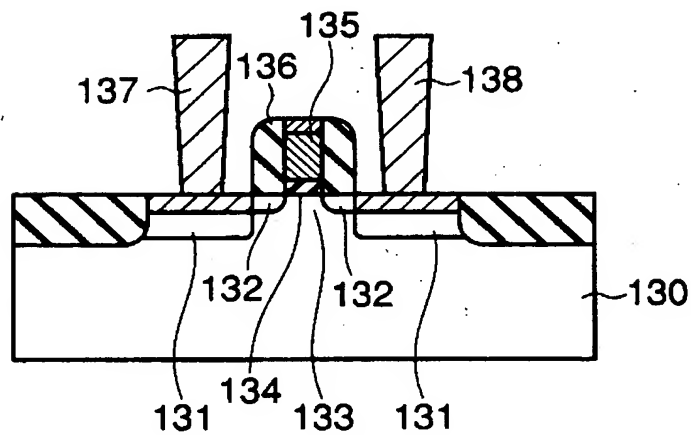
【図 1 1】



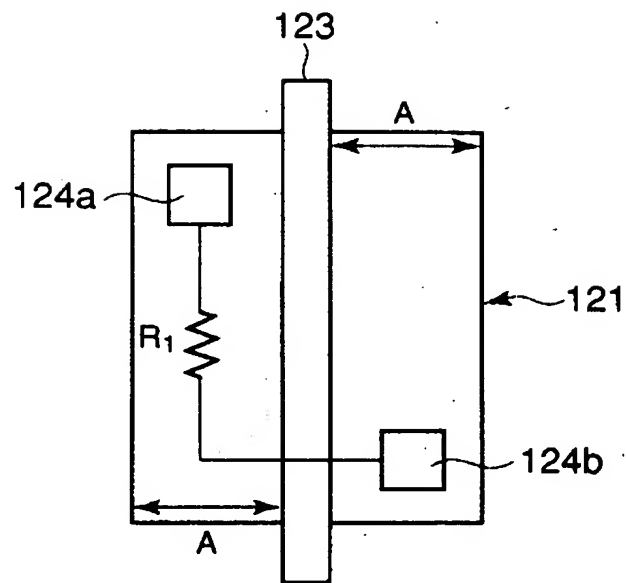
【図 12】



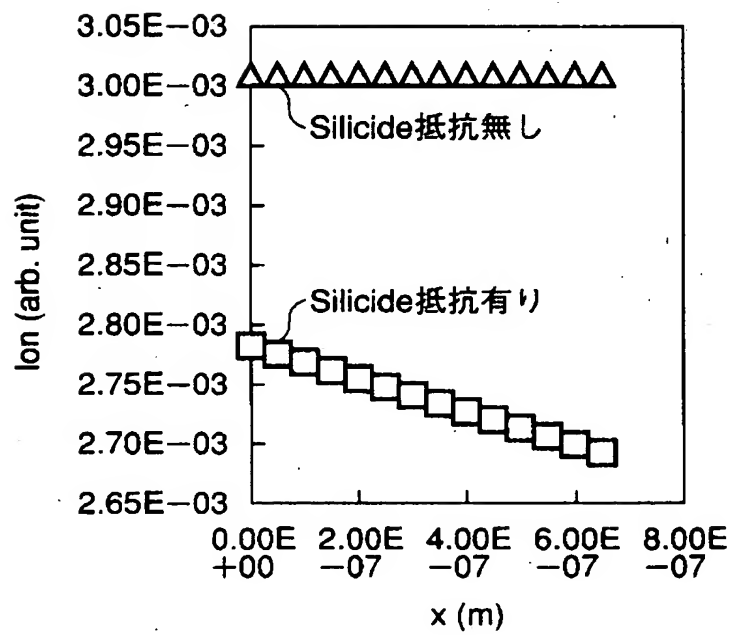
【図 13】



【図 1 4】



【図 1 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 MOSFETのアクティブ領域のドレイン・ソース拡散層上のシリサイドの寄生抵抗に起因するMOSFETの駆動力の劣化を改善する。

【解決手段】 半導体基板上のMOSFETのアクティブ領域1 と、アクティブ領域上を通過するように設けられた1本のゲート電極2 と、ゲート電極の両側でアクティブ領域の表面にコンタクトするように形成されたソースコンタクト3 およびドレインコンタクト4 とを具備し、ゲート電極は、ソースコンタクトおよび／またはドレインコンタクトの位置からゲート電極に沿って離れるにつれてゲート長が細くなるように段階的もしくは連続的に形成されている。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日	2003年 5月 9日
[変更理由]	名称変更
住 所	東京都港区芝浦一丁目1番1号
氏 名	株式会社東芝